

# АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ВВОД ЦЕЛЬНОГО ЗЕРНА В КОМБИКОРМ

**Б. ШТИТЕЛЬМАН**, канд. техн. наук, ЗАО Весоизмерительная компания «Тензо-М»

Начиная с 2010 г. ЗАО ВИК «Тензо-М» успешно решает задачу автоматизированного ввода зерна в потоке на комбикормовых заводах с помощью систем, построенных на базе выпускаемых фирмой лотковых расходомеров и дозаторов непрерывного действия для сыпучих продуктов.

Ввод цельного зерна, в частности, пшеницы в гранулированный комбикорм — один из современных технологических приемов повышения эффективности кормления бройлеров, находящий все большее распространение в мясном птицеводстве.

Согласно технологическому регламенту содержание цельного зерна в гранулированном комбикорме может составлять от 5 до 25% его массы. Главные требования к приготовлению такой смеси — высокая точность процентного соотношения компонентов и равномерность распределения зерна в массе комбикорма. К наиболее эффективным способам обеспечения равномерного состава смеси относится непрерывное (в потоке) пропорциональное дозирование ее компонентов. В рассматриваемом случае мы имеем дело с двухкомпонентной смесью, формируемой из гранулированного комбикорма и зерна. Состав смеси задается рецептом, определяющим процентное содержание каждого из компонентов в 100% массы смеси. Если процесс смешивания непрерывный, то требования рецепта относятся к массовым расходам (производительности) потоков каждого компонента. При этом поток комбикорма является *ведущим*, так как его средняя величина и размах колебаний расхода задаются параметрами технологической линии, производящей и доставляющей комбикорм в точку ввода зерна. Соответственно, поток зерна должен рассматриваться как *ведомый*, поскольку согласно рецепту его расход должен быть тесно связан с расходом комбикорма. Эта связь выражается следующей формулой:

$$P_1 = P_0 \cdot \Pi_3 / (100 - \Pi_3), \quad (1)$$

где  $P_1$  — расход ведомого потока зерна, т/ч;  
 $P_0$  — расход ведущего потока комбикорма, т/ч;  
 $\Pi_3$  — содержание зерна в конечной смеси, %.

Из формулы (1) следует, что если расход комбикорма изменяется во времени, то для сохранения заданного состава смеси необходимо одновременно изменять по определенному закону и расход зерна. В теории управления материальными потоками такая задача называется

*автоматическим регулированием (стабилизацией) соотношения ведущего и ведомого потоков*. Для решения этой задачи необходимо непрерывно, в автоматическом режиме измерять расход потока комбикорма, рассчитывать заданный расход зерна по рассматриваемой выше формуле и вводить результат расчета как задание в автоматический регулятор расхода зерна, он же — весовой дозатор непрерывного действия.

Зерно может вводиться в поток комбикорма одновременно еще с каким-либо компонентом, чаще всего с растительным маслом в установках финишного напыления. Как правило, фактический процент ввода масла в таких установках стабилизирован соответствующей автоматической системой, поэтому он априори принимается равным заданному. В этом случае для корректного расчета заданного расхода зерна используется уточненная формула:

$$P_1 = P_0 \cdot \Pi_3 / (100 - \Pi_3 - \Pi_m), \quad (2)$$

где  $\Pi_m$  — содержание третьего компонента, %.

На рисунке 1 приведена схема, отображающая способ построения и принцип действия такой системы. На рисунке 2 показаны измеритель массового расхода комбикорма (расходомер) «Альфа» исполнения «Лотос-75М» (справа) и дозатор зерна непрерывного действия «Альфа» исполнения «ДЛТ-40» (слева), применяемые нами для контроля и регулирования потоков. На рисунке 3 — объединенный пульт управления системой с вторичными приборами расходомера и дозатора, которые, помимо измерения и регулирования расхода, выполняют также вычисление, накопление и хранение данных о массе пропущенных через них продуктов в специальных счетчиках.

Первая система ввода зерна разработана и внедрена нами в 2010 г. на комбикормовом заводе в Нижегородской области. В 2016 г. еще шесть систем заработали на четырех заводах крупнейшего птицеводческого объединения в Белгородской и Тамбовской областях, а также на одном из комбикормовых заводов в Калужской области. Поставлено на объект и в первом квартале 2017 г. готовится к внедрению

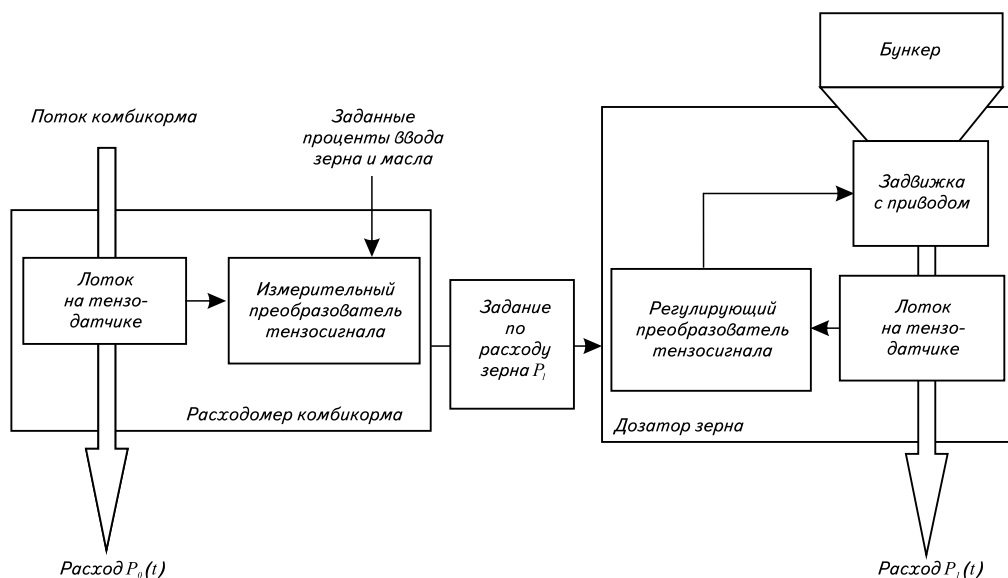


Рис. 1. Структурная схема системы автоматизированного ввода зерна в комбикорм



Рис. 2. Дозатор зерна непрерывного действия (слева) и измеритель массового расхода комбикорма (справа)

оборудование на племенной птицефабрике в Нижегородской области.

Перечисленные системы были реализованы в трех вариантах, различия которых обусловлены особенностями технологических схем и требованиями заказчиков.

**В первом варианте** ввод зерна производился в установке фирмы «Бюлер» для финишного напыления масла (схема на рисунке 4). Установка принимала продукт с линии гранулирования в накопительный бункер, оборудованный электронным расходомером-дозатором MZAH «Флоубалансер». Дозатор стабилизировал заполнение бункера из охладителя путем регулирования выпуска корма по сигналам датчиков уровня. При этом расход комбикорма из бункера ступенчато изменялся в пределах 6–25 т/ч. Рядом

с установкой был сооружен бункер для зерна вместимостью около 2,5 т. Коммерческий учет расходуемого зерна осуществлялся с помощью бункерных весов «Поток-60» производства ЗАО ВИК «Тензо-М», установленных на крыше бункера. Зерно вводилось по самотеку непосредственно в смесительный барабан через лотковый дозатор непрерывного действия «Альфа ДЛТ-40» параллельно с комбикормом. Токковый сигнал 4–20 мА, пропорциональный расходу комбикорма, принимали с аналогового выхода блока управления «Флоубалансера» в свободно программируемый промышленный контроллер, который в реальном времени вычислял заданный расход зерна и передавал его так же в виде токового сигнала в дозатор. Рецепт для расчета вводили вручную с клавиатуры контроллера.



Рис. 3. Объединенный пульт управления системой

Эта система была, по сути, успешно реализованным пилотным проектом, что позволило в процессе пусконаладки и, особенно, при дальнейшей эксплуатации освоить технологию ввода зерна, отработать алгоритм и скорректировать технические решения системы для ее дальнейшего применения. В частности, было радикально усовершенствовано программное обеспечение вторичных приборов расходомера и дозатора зерна, что позволило отказаться от дополнительного промышленного контроллера и выполнять все функции системы исключительно вторичными приборами.

**Второй вариант** системы внедрен на четырех комбикормовых заводах. Они построены по единому проекту известной европейской фирмы. Схема, изображенная на рисунке 5, предусматривала подачу комбикорма с линии гранулирования в склад готовой продукции по двум альтернативным транспортным линиям: с финишным напылением масла и без такового. Поскольку измерить расход только что обмасленных гранул лотковым преобразователем было невозможно, потребовалось организовать раздельный контроль расхода комбикорма в каждой из ветвей

схемы. Зерно подавали в нужный поток через перекидной клапан, который дистанционно управлялся оператором с пульта системы и был заблокирован с аналогичным клапаном для комбикорма. Одновременно с переключением клапана к задающему входу дозатора зерна подключался выход расходомера соответствующего потока.

Система функционирует полностью автоматически. Перед подачей комбикорма на определенную линию оператор задает переключателем на пульте нужное направление подачи зерна и заносит в прибор расходомера выбранный поток необходимого процента ввода зерна. Если выбрано направление с напылением, вносится также процент ввода масла. Дозатор включается, как только расход комбикорма становится выше заданного минимального значения. Прибор расходомера непрерывно вычисляет расход зерна и передает его через токовый выход в регулирующий прибор дозатора. Далее дозатор отслеживает все изменения расхода комбикорма по формуле (2). При аварии на маршруте подача зерна прекращается, и после устранения неполадок, возобновляется автоматически. Прибор дозатора выдает в АСУ ТП завода аварийные сигналы диагностики о том, что нет зерна над дозатором или заслонка не закрылась полностью по команде «стоп».

При вводе систем в эксплуатацию расход гранулированного корма колебался в диапазоне 5–50 т/ч при среднем значении около 30 т/ч. Такие значительные колебания порождались работой выпускных устройств охладителей на линии гранулирования и регулированием уровня в бункере на линии финишного напыления.

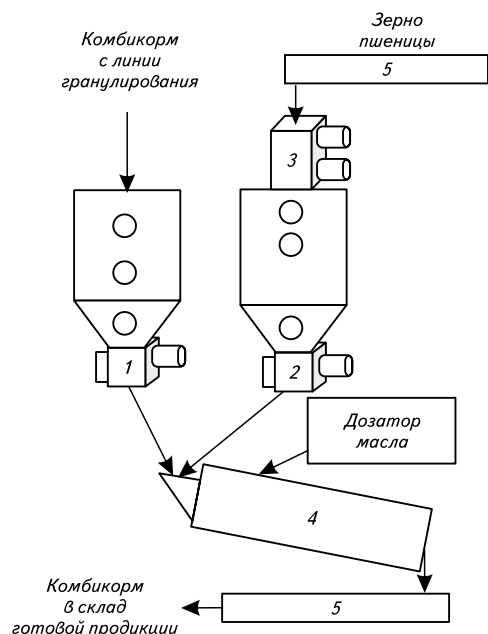


Рис. 4. Ввод цельного зерна в комбикорм при финишном напылении:

1 — дозатор «Флоубалансер» фирмы «Бюлер»;  
2 — дозатор зерна; 3 — весы «Поток»; 4 — установка финишного напыления фирмы «Бюлер»; 5 — цепной транспортер

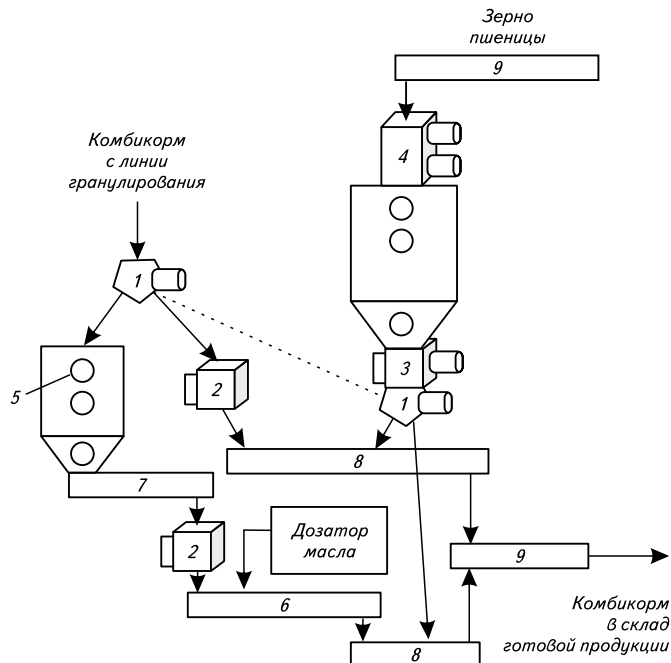


Рис. 5. Схема ввода цельного зерна в комбикорм при загрузке в склад готовой продукции:

1 — клапан перекидной с приводом; 2 — расходомер «Лотос-75М»;  
3 — дозатор зерна «Альфа ДТЛ-40»; 4 — бункерные весы «Поток»;  
5 — сигнализатор уровня; 6 — шнек финишного напыления;  
7 — шнек с частотно регулируемым приводом;  
8 — шнековый транспортер; 9 — цепной транспортер

Тем не менее колебания быстро и устойчиво отслеживались дозатором зерна. По данным приемочных испытаний и опытной эксплуатации пяти систем, относительная погрешность измерения расхода комбикорма была порядка  $\pm 1,5\%$ . Погрешность оценивалась путем сравнения данных протоколов дозирования с показаниями счетчиков расходомеров на дозах от 30 до 150 т. Содержание зерна в смеси задавали в диапазоне 5–15%. Лабораторные анализы подтвердили, что фактическое значение отличалось от заданного не более чем на  $\pm 0,2\%$  при практически такой же равномерности распределения зерна в смеси, как и в смесителях периодического действия.

**Третий вариант** системы предусматривал ввод зерна в поток комбикорма, направляемого из силосов склада готовой продукции непосредственно на отгрузку в специализированный автотранспорт (рис. 6). Погрузка осуществлялась с производительностью до 65 т/ч при относительно высокой стабильности потока. Для хранения зерна был выделен крайний в ряду силос, из которого зерно вводилось одновременно с комбикормом в башмак норрии, подающей смесь на участок погрузки.

В отличие от систем, описанных выше, по желанию заказчика дозатор зерна был выполнен на базе лоткового расходомера и шнекового питателя. Частота вращения привода питателя регулировалась с помощью преобразователя частоты тем же вторичным прибором, что и у дозатора с электроуправляемой заслонкой.

# ТЕНЗОМ

www.tenzo-m.ru  
8-800-555-6530

(звонок по России бесплатный)

Данные взвешивания и лабораторных анализов, полученные при погрузке в автотранспорт около 1000 т кормов, практически совпали с результатами дозирования по второму варианту.

Существенно, что применение системы в складе силосного типа на участке отпуска обеспечивает не только пропорциональный ввод зерна в комбикорм, но и одновременно дозированную погрузку готовой смеси в транспорт с погрешностью до  $\pm 2\%$ . Для этого используется штатная функция дискретного дозирования расходомера комбикорма, управляющая цепным транспортером через выход вторичного прибора.

Мы надеемся, что наш обширный практический опыт разработки и внедрения оборудования для автоматизированного пропорционального ввода зерна в гранулированный комбикорм вызовет интерес у птицеводов и будет способствовать повышению технико-экономической эффективности их предприятий. ■

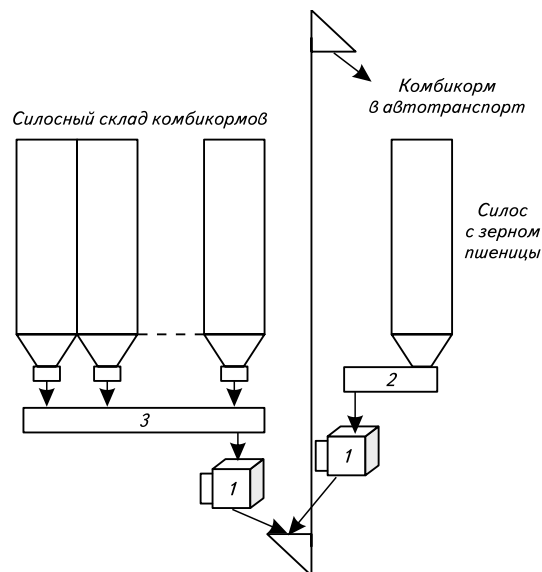


Рис. 6. Ввод цельного зерна в комбикорм при отпуске в автотранспорт:

1 — расходомер «Лотос»; 2 — шнек с частотно регулируемым приводом; 3 — цепной транспортер

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

## «ЗЕРНОХРАНИЛИЩА РОССИИ. КАК СОХРАНИТЬ СОБРАННЫЙ УРОЖАЙ ЗЕРНА» «Зернохранилища-2017»

Организаторы — Международная промышленная академия и ВНИИ зерна и продуктов его переработки

1–2 марта 2017 года

г. Москва,

Международная  
промышленная  
академия

- Анализ состояния существующей структуры зернохранилищ и перспективы ее развития в соответствии с Долгосрочной стратегией развития зернового комплекса РФ до 2025 г. и на перспективу до 2030 г. Система государственной поддержки зернового хозяйства
- Ключевые проблемы в производстве, потреблении и реализации зерна. Баланс спроса и предложений на зерно по регионам Российской Федерации, включая его экспорт и государственный интервенционный фонд. Проблемы качества зерна и семян на внутреннем и внешнем рынках
- Новое в проектировании и строительстве зернохранилищ
- Вопросы автоматизации, контроля и управления технологическими и информационными процессами на предприятии, решения по аспирации зернохранилищ, термометрия
- Инновации отечественных и зарубежных машиностроительных, строительных, монтажных предприятий и фирм для отрасли хранения и переработки зерна
- Современные технологии, обеспечивающие формирование первичных, товарных партий зерна и семян масличных культур, их сохранность при приемке, послеуборочной обработке, хранении и отгрузке. Работа с железнодорожными вагонами и судами
- Современные требования к качеству и безопасности зерна и семян, технические регламенты, директивы, стандарты России, ЕвразЭС и зарубежных стран
- Подготовка специалистов в отрасли хранения и переработки зерна, повышение их квалификации

Справки и заявки по телефонам: (499) 235-81-86, (495) 959-71-05, (495) 959-66-76, тел./факсу: (499) 235-95-79.  
E-mail: dekanat@grainfood.ru